

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (JP) (19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A) (12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) 【公開番号】 特開平 6 - 1 7 2 5 3 3 (11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication Hei 6 - 172533

(43) 【公開日】 平成 6 年 ( 1 9 9 4 ) 6 月 2 1 日 (43) [Publication Date of Unexamined Application] 1994 (1994) June 2 1 day

(54) 【発明の名称】 光導波路形成用高分子及びポリシロキサン系光導波路の製造方法 (54) [Title of Invention] MANUFACTURING METHOD OF OPTICAL WAVEGUIDE FORMING POLYMER AND POLYSILOXANE-BASED OPTICAL WAVEGUIDE

(51) 【国際特許分類第 5 版】 (51) [International Patent Classification 5th Edition]

C08G 77/24 NUH 8319-4J C08G 77/24 NUH 8 3 1 9-4J

G02B 6/12 N 9018-2K G02B 6/12 N 9018-2K

M 9018-2K M 9018-2K

【審査請求】 未請求 (Request for Examination) Examination not requested

【請求項の数】 2 (Number of Claims) 2

【全頁数】 5 (Number of Pages in Document) 5

(21) 【出願番号】 特願平 4 - 3 5 0 1 3 2 (21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 4 - 350132

(22) 【出願日】 平成 4 年 ( 1 9 9 2 ) 1 2 月 4 日 (22) [Application Date] 1992 (1992) December 4 day

(71) 【出願人】 (71) [Applicant]

【識別番号】 0 0 0 0 0 4 2 2 6 [Applicant Code] 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社 [Name] NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP. (NTT) (DB 69-062-6718)

【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号 [Address] Tokyo Chiyoda-ku Uchisaiwai-cho 1-1-6

(72) 【発明者】 (72) [Inventor]

【氏名】 林田 尚一 [Name] Hayashida Shoichi

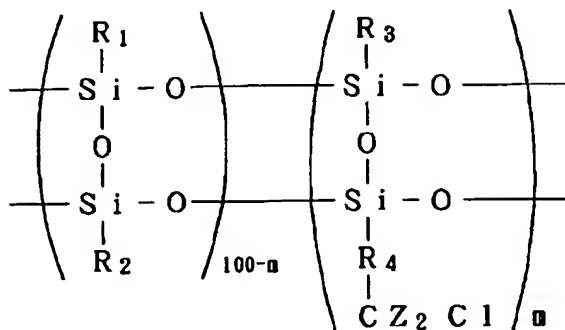
【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日本電信電話株式会社内 [Address] Inside of Tokyo Chiyoda-ku Uchisaiwai-cho 1 -1-6 Nippon Telegraph & Telephone Corp. (NTT) (DB 69-062-6718)

(72) 【発明者】 (72) [Inventor]

【氏名】 今村 三郎 [Name] Imamura Saburo

【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 6 号 日本電信電話株式会社内 [Address] Inside of Tokyo Chiyoda-ku Uchisaiwai-cho 1 -1-6 Nippon Telegraph & Telephone Corp. (NTT) (DB

## 【化 2】



〔式中、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ は同一又は異なり、 $C_n Y_{2n+1}$  ( $Y$ は水素、重水素、又はハロゲン、 $n$ は5以下の正の整数)で表されるアルキル基、重水素化アルキル基、又はハロゲン化アルキル基、あるいは $C_6 Y_5$  ( $Y$ は水素、重水素、又はハロゲン)で表されるフェニル基、重水素化フェニル基、又はハロゲン化フェニル基、 $R_4$ は $C_6 Y_4$  ( $Y$ は水素、重水素、又はハロゲン)で表されるフェニレン基、重水素化フェニレン基、又はハロゲン化フェニレン基、 $Z$ は水素あるいは重水素、 $m$ は100未満の正の数であり、 $Y$ はすべて、あるいは一部が重水素である)で表される繰返し単位を有する重合体、あるいは、一般式(化1)又は(化2)で表される繰返し単位を有する共重合体であることを特徴とする光導波路形成用高分子。〕

【請求項2】 基板上に下層クラッド層を形成する工程、コア部分を形成する工程、上層クラッドを形成する工程、を包含するポリシロキサン系光導波路の製造方法において、該コア部分の形成を、遠紫外線あるいは電子線の照射による高分子の不溶化工程と、不要部分の除去の工程により行うことを特徴とするポリシロキサン系光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光集積回路用導波路などに使用可能なポリシロキサン系光学部品及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光学部品あるいは光ファイバの基材と

## [Chemical Formula 2]

(The inside of Formula,  $R_1$ ,  $R_2$ , As for  $R_3$  same or to differ, It is displayed with  $C_n Y_{2n+1}$  (As for  $Y$  as for hydrogen, deuterium, or halogen and  $n$  positive integer of 5 or less) alkyl group, deuteration alkyl group, or halogenated alkyl group, Or it is displayed with  $C_6 Y_5$  (As for  $Y$  hydrogen, deuterium, or halogen) phenyl group, deuteration phenyl group, or halogenated phenyl group,  $R_4$  is displayed with  $C_6 Y_4$  (As for  $Y$  hydrogen, deuterium, or halogen) phenylene group, As for deuteration phenylene group, or halogenation phenylene group and  $Z$  as for the hydrogen or deuterium and  $m$  with positive number under 100, as for  $Y$  entirely, or part is deuterium) with polymer which possesses repeat unit which is displayed, or, is copolymer which possesses repeat unit which is displayed with General Formula (Chemical formula 1) or (Chemical formula 2) and the optical waveguide forming polymer which densely is made feature.

【Claim 2】 Step which forms bottom layer cladding layer on substrate. step which forms core portion. step which forms top layer cladding. In manufacturing method of polysiloxane-based optical waveguide which is included, formation of said core portion, with lighting of deep ultraviolet light or electron beam insolubilization step of polymer. manufacturing method of polysiloxane-based optical waveguide which it does with step of removal of the unnecessary part and densely makes feature.

## [Description of the Invention]

## [0001]

【Field of Industrial Application】 This invention regards useable polysiloxane-based optical component and its manufacturing method in waveguide etc for the optical integrated circuit.

## [0002]

【Prior Art】 As substrate of optical component or optical

しては、光伝送損失が小さく、伝送帯域が広いという特徴をもつ石英ガラスや多成分ガラス等の無機系の材料が広く使用されているが、最近ではプラスチック系の材料も開発され、無機系のものに比較して加工性や価格の点で優れていることから、性能のよい光導波路用材料として注目されている。例えば、ポリメチルメタクリレート（PMMA）あるいはポリスチレンのような透明性に優れたプラスチックをコアとし、そのコア成分よりも屈折率の低いプラスチックをクラッド成分としたコアークラッド構造からなる平板型光導波路が作製されている〔特開平3-188402号〕。しかし、これら従来のプラスチック光導波路では、導波損失と耐熱性が無機系の材料に及ばないという問題がある。すなわち、導波損失の問題に関して言えば、導波路内の光の伝達には導波路の一端に入射させた光を長さ方向に沿って内部を全反射させて行うが、光が伝達するに当たり光の吸収あるいは散乱によって光が減衰される度合いが、プラスチック中では無機系材料に比較して大きい。特に、通信に用いられる光の波長が650nm～1600nmにあることから、この波長領域におけるプラスチックの低損失化が必要であった。また、耐熱性の問題に関して言えば、プラスチックのガラス転移温度が一般に100℃前後であるため、耐熱温度の上限は70℃程度であり、プラスチック導波路を実用的なものとして使用することが困難であった。これらの問題を解決する材料として、可視～近赤外域にわたって低損失であり耐熱性に優れたポリシロキサンを使用することができる（特開平3-43423号）。この材料を用いてプラスチック光導波路を製造するには、クラッドとなる低屈折率のポリシロキサンと、コアとなる高屈折率のポリシロキサンが必要である。まず、基板上に低屈折率のポリシロキサンの層を形成し、次いで、この上にコアとなる高屈折率のポリシロキサンの層を形成したのち、この層を従来の微細加工技術を用いて所望のコア形状に微細加工する。具体的には、ポリシロキサン層の上に更に感光性レジストの層を形成し、レジストの露光・現像により形成されたレジストパターンをマスクとして、有機溶媒を用いたウェットエッチング、あるいは、反応性イオンエッチングのようなドライエッチングによりポリシロキサン層の微細加工を行う。しかしながら、ポリシロキサンの微細加工には、以下に述べるような困難が伴う。すなわち、ウェットエッチング法を採用すれば、有機溶媒による等方的なエッチングのためにコアの断面形状を適正な方形に加工することが困難である。また、異方性のドライエッチング法を採用しても、エッチング速度が小さく、コアの微細加工を行うのに長時間を要するという欠点があった。

fiber, light transport loss is small, material of quartz glass and multicomponent glass or other inorganic type which have the feature that transmission band is wide, is widely used, but also material of plastic is developed recently, is observed from fact that it is superior in point of fabricability and cost by comparison with those of inorganic type, as material for optical waveguide where performance is good. plastic which is superior in transparency like for example polymethylmethacrylate (PMMA) or polystyrene is designated as core, flat plate mold optical waveguide which consists of core cladding structure which designates plastic where index of refraction is low in comparison with the core component as cladding component is produced (Japan Unexamined Patent Publication Hei 3 - 188402 number). But, with these conventional plastic optical waveguide, there is a problem that wave conduction loss and heat resistance do not reach to material of inorganic type. If you say in regard to problem of namely, wave conduction loss, it transmits the light inside waveguide in one end of waveguide incidence light which is done total reflection doing inside alongside longitudinal direction,, but when light transmits, light extent which attenuation is done, in plastic is large with absorption or scattering of light by comparison with the inorganic material. Especially, from fact that light wavelength which is used for communication is in 650 nm to 1600 nm, loss reduction of plastic in this wavelength region was necessary. In addition, if you say in regard to problem of heat resistance, because the glass transition temperature of plastic is generally approximately 100 °C, as for the upper limit of heat resistance temperature with 70 °C extent, designating plastic waveguide as practical ones, you use it was difficult densely. polysiloxane which in low loss is superior in heat resistance as material which solves these problem, over visible to near infrared region can be used (Japan Unexamined Patent Publication Hei 3 - 43423 number). plastic optical waveguide is produced making use of this material, polysiloxane of high index of refraction which becomes polysiloxane and core of low index of refraction which becomes the cladding is necessary. First, layer of polysiloxane of low index of refraction is formed on substrate, next, after forming layer of polysiloxane of high index of refraction which becomes the core on this, this layer microfabrication is done in desired core shape making use of the conventional microfabrication technology. Concretely, furthermore layer of photosensitive resist is formed with respect to polysiloxane layer, microfabrication of polysiloxane layer is done wet etching which uses the organic solvent with resist pattern which was formed by exposure and development of resist as the mask, or, with dry etching like reactive ion etching. But, kind of difficulty which is expressed below accompanies microfabrication of polysiloxane. If namely, wet etching method is adopted, with organic solvent because of isotropic etching cross section shape of core is processed is difficult densely in

[0003]

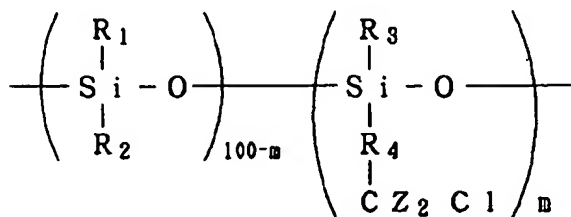
【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような現状にかんがみてなされたものであり、その目的は可視～近赤外域にわたり低損失であり、しかも耐熱性に優れたプラスチック光導波路を、効率よく簡便に製造する方法を提供することにある。

[0004]

【課題を解決するための手段】本発明を概説すれば、本発明の第1の発明は光導波路形成用高分子に関する発明であって、下記一般式(化1)あるいは(化2)：

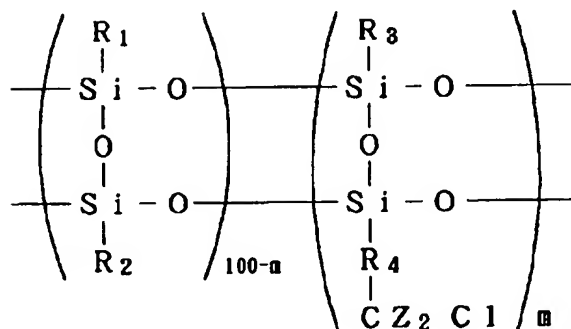
[0005]

[化1]



[0006]

[化2]



【0007】〔式中、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ は同一又は異なり、 $C_n Y_{2n+1}$ ( $Y$ は水素、重水素、又はハロゲン、 $n$ は5以下の正の整数)で表されるアルキル基、重水素化アルキル基、又はハロゲン化アルキル基、あるいは $C_6 Y_5$ ( $Y$ は水素、重水素、又はハロゲン)で表されるフェニル基、重水素化フェニル基、又はハロゲン化フェニル基、 $R_4$ は $C_6 Y_4$ ( $Y$ は水素、重水

proper square. In addition, adopting dry etching method of anisotropy, although etching velocity is small, does microfabrication of core there was a deficiency that requires the lengthy.

[0003]

[Problems to be Solved by the Invention] As for this invention considering to this kind of present state, being something which it is possible, object with low loss, furthermore is to offer method which produces plastic optical waveguide which is superior in the heat resistance, efficiently simply over visible to near infrared region.

[0004]

[Means to Solve the Problems] If you outline this invention, as for first invention of this invention with the invention regarding optical waveguide forming polymer, below-mentioned General Formula (Chemical formula 1) or (Chemical formula 2) :

[0005]

[Chemical Formula 1]

[0006]

[Chemical Formula 2]

[0007] (The inside of Formula,  $R_1$ ,  $R_2$ , As for  $R_3$  same or to differ, It is displayed with  $C_n Y_{2n+1}$  (As for  $Y$  as for hydrogen, deuterium, or halogen and  $n$  positive integer of 5 or less) alkyl group, deuteration alkyl group, or halogenated alkyl group, Or it is displayed with  $C_6 Y_5$  (As for  $Y$  hydrogen, deuterium, or halogen) phenyl group, deuteration phenyl group,

素、又はハロゲン)で表されるフェニレン基、重水素化フェニレン基、又はハロゲン化フェニレン基、Zは水素あるいは重水素、mは100未満の正の数であり、Yはすべて、あるいは一部が重水素である)で表される繰返し単位を有する重合体、あるいは、一般式(化1)又は(化2)で表される繰返し単位を有する共重合体であることを特徴とする。そして、本発明の第2の発明はポリシロキサン系光導波路の製造方法に関する発明であって、基板上に下層クラッド層を形成する工程、コア部分を形成する工程、上層クラッドを形成する工程、を包含するポリシロキサン系光導波路の製造方法において、該コア部分の形成を、遠紫外線あるいは電子線の照射による高分子の不溶化工程と、不要部分の除去の工程により行うことを特徴とする。

【0008】本発明者らは前記問題を解決するために鋭意検討・研究を重ねた結果、レジストの助けを借りて加工される従来のポリシロキサンとは異なり、遠紫外線や電子線により自らが不溶化し、直接的な加工を可能にするポリシロキサンを用いることによって、前述の問題を解決できることを見出した。

【0009】すなわち、本発明では、従来行われてきたポリシロキサンの光導波路への加工が、まず感光性レジスト層の形成と露光・現像によるレジストマスクの形成、次いで有機溶媒による従来のウェットエッチング法や反応性イオンエッチングのようなドライエッチング法を用いて行われるために、加工手順が煩雑になるだけでなく、導波路形状の制御性や加工効率が極めて低いのに対し、遠紫外線あるいは電子線の照射により不溶化するポリシロキサンを用いて、直接的にコア部を形成するものである。本発明の発明者らは、このようなポリシロキサンと加工手法を採用することで、導波路の断面形状を適正に保ち、加工の効率を向上させられることを見出した。

【0010】本発明による光導波路は、基板上への下層クラッドの形成、コア部の形成、上層クラッドの形成、の3工程を経て製造される。以下、順を追って本発明の光導波路及びその製造方法をより詳細に説明する。

【0011】下層クラッドを形成するための基板とし

or halogenated phenyl group, As for R4 as for phenylene group, deuteration phenylene group, or halogenation phenylene group and Z which are displayed with C6 Y4 (As for Y hydrogen, deuterium, or halogen) as for hydrogen or deuterium and m with positive number under 100, as for the Y entirely, or part is deuterium) with polymer which possesses the repeat unit which is displayed, or, is copolymer which possesses the repeat unit which is displayed with General Formula (Chemical formula 1) or (Chemical formula 2), densely it makes feature. And, as for second invention of this invention with invention regarding the manufacturing method of polysiloxane-based optical waveguide, step which forms bottom layer cladding layer on substrate. step which forms core portion. step which forms top layer cladding. In manufacturing method of polysiloxane-based optical waveguide which is included, formation of said core portion, with lighting of deep ultraviolet light or electron beam insolubilization step of polymer. It does with step of removal of unnecessary part densely it makes feature.

[0008] These inventors borrowing help of resist, self in solubilization did the result of repeating diligent investigation \* research in order to solve the aforementioned problem, unlike conventional polysiloxane which is processed, with the deep ultraviolet light, and electron beam by fact that polysiloxane which makes direct processing possible is used, aforementioned problem can be solved discovered densely.

[0009] With namely, this invention, Is done until recently processing to optical waveguide of polysiloxane which, First with formation and exposure and development of photosensitive resist layer formation of resist mask, Next because it is done making use of dry etching method like conventional wet etching method and thereactive ion etching with organic solvent, machining protocol is something which directly forms core is done not only becoming troublesome, vis-a-vis those where controllability and machining efficiency of waveguide shape quite are low, with the lighting of deep ultraviolet light or electron beam making use of polysiloxane which the insolubilization. inventors of this invention, by this kind of polysiloxane and fact that the processing technique is adopted, maintained cross section shape of waveguide at the proper, improves densely discovered efficiency of processing.

[0010] Optical waveguide, formation of bottom layer cladding to on substrate, formation of the core and formation of top layer cladding, passing by 3 step, is produced with this invention. Below, chasing order, more you explain optical waveguide and its manufacturing method of this invention in detail.

[0011] If it is something which possesses smooth surface

ては、平滑な表面を有するものであれば特に限定されないが、例えば、シリコンウェハー、石英ガラス、多成分ガラス、プラスチック板、プラスチックフィルム、セラミックス、金属板、鉱物、あるいは、これらの材質を組合せたものを用いることができる。

【0012】これらの上に形成するクラッド用のポリシロキサンとしては、次に述べるコア部に用いようとするポリシロキサンに比較して低屈折率であれば特に限定されないが、例えば、ポリフェニルシルセスキオキサン、ポリジフェニルシロキサン、トリクロロフェニルシランとジクロロジフェニルシランをモノマーとするものの共重合体、などを用いることができる。基板上のクラッド層は、例えば、上記のクラッド用ポリシロキサンを含む溶液を基板上にスピンコートしたのち乾燥する、あるいは、該溶液中に基板を浸漬したのち乾燥することにより形成することができる。すなわち、本発明において下層クラッド層の形成方法は限定されるものではない。基板上に形成する下層クラッドは、単一組成でも、複数のポリシロキサンの混合でもよい。また、複数のポリシロキサンの積層したのものでよい。

【0013】上述の方法により形成された下層クラッド上にコア層が形成される。本発明のポリシロキサン系光導波路を作製するのに必要な光導波路形成用高分子としては、上に述べた下層クラッドよりも大きい屈折率をもち、遠紫外線あるいは電子線の照射により不溶化するものが用いられ、そのようなものとしては、前記一般式(化1)あるいは(化2)で表される繰返し単位を有する重合体、あるいは、一般式(化1)又は(化2)で表される繰返し単位の共重合体が挙げられる。具体的には、例えば、クロロメチル化ポリフェニルシルセスキオキサン、クロロメチル化ポリジフェニルシロキサン、などのフェニル基の水素の一部を重水素化したものを用いることができる。nが6以上ではポリマーのガラス転移温度が低下して耐熱性に問題が生じるため、nは5以下が望ましい。コア層の形成は、下層クラッドの場合と同様にスピンコートや溶液中への浸漬により行うことができる。また、コア層の組成は、単一でも複数のポリシロキサンの混合でもよい。このようにして形成されたコア層の所望の部分に遠紫外線あるいは電子線が照射される。遠紫外線照射の場合には、コア層の上にマスクを重ねるか、スパッタなどによりマスクパターンが形成され、水銀灯や市販の露光装置からの遠紫外線が照射される。電子線照射の場合には、電子線描画装置を用いてコア層の上に直接所望のパターン状に電子線が照射される。これらの工程を経て、遠紫外線あるいは電子線が照射された部分のポリシロキサンが不溶化し、この部分以外の不要なポリシロキサンを溶解除去することにより、光が導波するコア部が形成される。不要なポリシロキサンの溶解除去には、基板全体を溶媒中に浸漬する方法や、コア層に溶媒を噴霧する方法などを用いることができる。

ce as substrate in order to form bottom layer cladding, especially it is not limited. for example silicon wafer, quartz glass, multicomponent glass, plastic sheet, plastic film, ceramic, the metal sheet and mineral, or, combination these material can be used.

[0012] If it is a low index of refraction by comparison with polysiloxane which it tries to use for core which is expressed next as polysiloxane for cladding which is formed on these, especially it is not limited. copolymer and etc of those which designate for example polyphenyl silsesquioxane, the poly diphenyl siloxane, trichlorophenyl silane and dichloro diphenyl silane as monomer can be used. cladding layer on substrate spin coating after doing, dries solution which includes polysiloxane for for example above-mentioned cladding on substrate, it can form or, after soaking substrate in said solution, by drying. Regarding to namely, this invention, formation method of bottom layer cladding layer is not something which is limited. bottom layer cladding which is formed on substrate, with single composition and is good with mixture of polysiloxane of multiple. In addition, it is possible to be something which polysiloxane of the multiple laminates.

[0013] Core layer is formed on bottom layer cladding which was formed by the above-mentioned method. Is necessary in order to produce polysiloxane-based optical waveguide of this invention as optical waveguide forming polymer which, It can use those which insolubilization are done in comparison with bottom layer cladding which is expressed on with large index of refraction, with lighting of the deep ultraviolet light or electron beam, polymer which possesses repeat unit which is displayed with aforementioned General Formula (Chemical formula 1) or (Chemical formula 2) as that kind of ones, or, it can list copolymer of repeat unit which is displayed with the General Formula (Chemical formula 1) or (Chemical formula 2). Those which concretely, deuteration do portion of hydrogen of the for example chloromethylation polyphenyl silsesquioxane, chloromethylation poly diphenyl siloxane and or other phenyl group can be used. n decreasing, with 6 or more glass transition temperature of polymer because the problem occurs in heat resistance, n 5 or less is desirable. It forms core layer, in same way as case of bottom layer cladding with the dipping to in spin coating and solution, it is possible densely. In addition, composition of core layer with single and is good with mixture of polysiloxane of multiple. deep ultraviolet light or electron beam is irradiated to desired portion of core layer which was formed in this way. In case of deep ultraviolet light lighting, mask is repeated on core layer, or the mask pattern is formed by sputter etc, deep ultraviolet light from mercury lamp and the commercial exposure apparatus is irradiated. In case of electron beam illumination, electron beam is irradiated to desired patterned state on the core layer directly making use of

【0014】これらの上に形成する上層クラッド用のポリシロキサンとしては、上述のコア部に用いたポリシロキサンに比較して低屈折率であれば特に限定されないが、下層と同じものを使うことが望ましい。上層クラッド層は、例えば、上記のポリシロキサンを含む溶液を基板上にスピコートしたのち乾燥する、あるいは、該溶液中に基板を浸漬したのち乾燥する。など、下層クラッドを形成したときと同様の方法で形成することができる。すなわち、本発明において上層クラッド層の形成方法は限定されるものではない。形成される上層クラッドは、単一組成でも、複数のポリシロキサンの混合でもよく、複数のポリシロキサンの積層したものでもよい。

#### 【0015】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

#### 【0016】実施例1

クロロメチル化ポリ重フェニルシルセスキオキサン（クロロメチル化率10%）をコア成分、ポリ重フェニルシルセスキオキサンを下層及び上層クラッド成分とする光導波路を製造した。前述の2種のポリマーをメチルイソブチルケトン溶液とした。まずクラッド成分ポリマーをシリコン基板上に約20 $\mu$ mの厚さに塗布した。加熱・乾燥処理後、下層クラッド層上にコア成分ポリマーを約8 $\mu$ mの厚さに塗布した。この上に8 $\mu$ mのパターンを有するフォトマスクを重ねて遠紫外線照射による不溶化処理を行ったのち、メチルイソブチルケトンを噴霧することにより、不溶化されなかった部分のコア成分を除去し、コア部分ポリマーを長さ50mm、幅8 $\mu$ m、高さ8 $\mu$ mの直線矩形パターンに加工した。この上にクラッド成分を塗布して導波路を得た。波長1300nmの光を導波路の一端から入射させ、他端から出てくる光量を測定することにより導波路の損失を計算したところ、導波損失は0.3dB/cm以下であった。また、-20℃～150℃の熱サイクル試験を10回行った後の導波損失の増加は認められなかった。

electron beam drawing equipment. Passing by these step, polysiloxane of portion where deep ultraviolet light or the electron beam was irradiated does insolubilization, light core which wave conduction is done is formed by dissolution and removal doing unnecessary polysiloxane other than this portion. In dissolution and removal of unnecessary polysiloxane, method of soaking substrate entirely in the solvent. method etc which solvent atomization is done can be used for the core layer.

[0014] If it is a low index of refraction by comparison with polysiloxane which is used for the above-mentioned core as polysiloxane for top layer cladding which is formed on these, especially it is not limited. Same ones as bottom layer are used, it is desirable densely. top layer cladding layer spin coating after doing, dries solution which includes the for example above-mentioned polysiloxane on substrate, or, after soaking substrate in said solution, it dries. When, forming bottom layer cladding such as, it can form with method which is similar. Regarding to namely, this invention, formation method of top layer cladding layer is not something which is limited. top layer cladding which is formed, with single composition and is good with mixture of the polysiloxane of multiple, is possible to be something which polysiloxane of the multiple laminates.

#### [0015]

[Working Example(s)] Below, this invention furthermore is explained concretely with Working Example, but this invention is not something which is limited in these.

#### [0016] Working Example 1

Chloromethylation poly heavy phenylsilsesquioxane (chloromethylation ratio 10%) core component and poly heavy phenylsilsesquioxane optical waveguide which is made bottom layer and top layer cladding component was produced. polymer of aforementioned 2 kinds was designated as methyl isobutyl ketone solution. First cladding component polymer on silicon substrate coating fabric was done in thickness of approximately 20  $\mu$ m. After heating \* drying and on bottom layer cladding layer core component polymer coating fabric was done in thickness of approximately 8  $\mu$ m. Repeating photomask which possesses pattern of 8  $\mu$ m on this, after doing insolubilization process with deep ultraviolet light lighting, it removed core component of the portion which insolubilization is not done by atomization doing methyl isobutyl ketone, processed core portion polymer in straight line rectangular pattern of length 50 mm, width 8  $\mu$ m and the height 8  $\mu$ m. Coating fabric doing cladding component on this, it acquired waveguide. Incidence doing light of wavelength 1300 nm from one end of waveguide, when it calculated loss of waveguide by measuring light intensity which comes out of other

end, wave conduction loss was 0.3 dB/cm or less. In addition, 10 times after doing heat cycle test of - 20 °C to 150 °C, increase of wave conduction loss could not recognize.

## 【0017】実施例2～4

実施例1と同様にシリコンウェハー上に、種々の条件で光導波路を製造した。いずれの場合も、コア材はクラッド材中の芳香環の一部をクロルメチル化した材料とした。製造条件をまとめて表1及び表2に示す。

## 【0018】

## 【表1】

表 1

実施例番号	クラッド材 クロルメチル化率
1	重水素化ポリフェニルシルセスキオキサン 10 %
2	重水素化ポリジフェニルシルセスキオキサン 22 %
3	重水素化トリクロロフェニルシランと重水素化ジクロロジフェニルシランから得られる共重合体 17 %
4	重水素化ポリメチルフェニルシルセスキオキサン 31 %

## 【0019】

## 【表2】

表 2

## [0017] Working Example 2 to 4

On silicon wafer, optical waveguide was produced in same way as Working Example 1 with the various condition. in each case, core material chloromethylation is done designated portion of aromatic ring in cladding as material which. Collecting manufacturing condition, it shows in Table 1 and Table 2.

## [0018]

## [Table 1]

Table 1

Working Example number	cladding	c hloromethylation ratio
1	deuteration polyphenyl silsesquioxane	10 %
	Double hydrogenation poly biphenyl silsesquioxane	22 %
3	deuteration trichlorophenyl silane deuterium	
	It is acquired from conversion dichloro diphenyl silane also	
	Polymer	17 %
4	deuteration poly methylphenyl sill sesqui オキ	
	Sun	31 %

## [0019]

## [Table 2]

Table 2



実施例番号	溶媒	不溶化方法
1	メチルイソブチルケトン 溶媒を噴霧し	遠紫外線照射
2	メチルイソブチルケトン 溶媒を噴霧し	遠紫外線照射
3	メチルイソブチルケトン 溶媒を噴霧し	遠紫外線照射
4	メチルエチルケトン 溶媒に浸漬し	電子線照射

Developing method of solvent	Working Example number	insolubilization method	core
1	methyl isobutyl ketone	deep ultraviolet light lighting	solvent atomization
2	methyl isobutyl ketone	deep ultraviolet light lighting	solvent atomization
3	methyl isobutyl ketone	deep ultraviolet light lighting	solvent atomization
In 4	methylethylketone	electron beam illumination	solvent dipping

【0020】製造した光導波路を用いて実施例1と同様の方法で導波損失と耐熱性を評価したところ、いずれの光導波路も非常に低導波損失かつ高耐熱性であることが確認された。

[0020] When wave conduction loss and heat resistance are appraised with method which is similar to Working Example 1 making use of optical waveguide which it produces, each optical waveguide is very low wave conduction loss and high heat resistance, it was verified densely.

【0021】

[0021]

【発明の効果】以上説明したように、本発明によるポリシロキサン系光導波路は、従来のプラスチック光導波路に比較して可視～近赤外域において極めて優れた光伝送特性を有すると共に、高温に長時間さらされても性能の低下が著しく少ない。このため、近赤外域における光集積回路用部品、あるいは、近赤外光域用光源を用いる数100mの距離間の光信号伝送媒体として安定して使用するという利点がある。また、その製造工程において所望の部分のみの不溶化による直接的な導波路加工手順を用いるため、製造工程の簡略化が可能であると共に、導波路形状の制御性を向上させることができる。すなわちこれらの高分子材料及び光導波路の製造方法により、経済性に優れたローカルエリアネットワークなどの光信号伝送システムを構成できる利点がある。

[Effects of the Invention] As above explained, as for polysiloxane-based optical waveguide, by comparison with conventional plastic optical waveguide as it possesses light transport characteristic which is quite superior in visible to near infrared region, lengthily being exposed by high temperature, decrease of performance is little considerably with this invention. Because of this, stabilizing part for optical integrated circuit in near infrared region, or, as light signal transmission medium between distance of several 100 m which uses light source for the near infrared region, there is a benefit that it can use. In addition, in order to use direct waveguide machining protocol with insolubilization only of the desired portion in production step, simplification of production step is possible and also, the controllability of waveguide shape it can improve. Namely there is a benefit which can form local area network or other light signal transmission system which is superior in the economy with these polymeric material and manufacturing method of optical waveguide.